

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number :

2000-004575

(43)Date of publication of application : 07.01.2000

(51)Int.Cl.

H02K 41/03

G01B 7/00

G01B 7/30

G01D 5/245

H02K 7/06

H02K 21/14

(21)Application number : 11-

088785

(71)Applicant : HITACHI METALS

LTD

HITACHI KINZOKU

KIKO KK

(22)Date of filing :

30.03.1999

(72)Inventor : TAKETOMI MASAKI

MUNAKATA

HIROAKI

(30)Priority

Priority

10101314

Priority

13.04.1998

Priority

JP

number :

date :

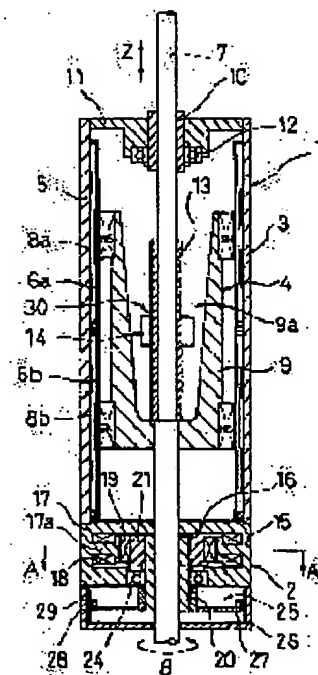
country :

## (54) LINEAR DRIVE ACTUATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a small-size linear drive actuator which is rotary drivable.

SOLUTION: A linear drive actuator which is rotary drivable is composed of a linear drive unit 1 and a rotary drive unit 2. The linear driving unit 1 is constituted of a stator 3 having a yoke 5 and coils 6a and 6b and a mover 4 having a drive shaft 7 and permanent magnets 8a and 8b. The rotary drive unit 2 has a stator 15, having a yoke 17 and a coil 18 and a mover 16, having a ball spline 20 and a permanent magnet 19 which rotary together with the drive shaft 7. The drive shaft 7 rotates together with the mover 16 by means of the ball spline 20, while being freely movable in the axial



BEST AVAILABLE COPY

direction. When the coils 6a and 6b are excited, the drive shaft 7 is driven in the a direction, and when the coil is excited, the drive shaft 7 is driven to rotate.

---

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-4575

(P2000-4575A)

(43)公開日 平成12年1月7日(2000.1.7)

(51)Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト(参考)
H 0 2 K	41/03	H 0 2 K	41/03 A
G 0 1 B	7/00	G 0 1 B	7/00 F
	7/30		7/30 1 0 1 A
G 0 1 D	5/245	G 0 1 D	5/245 1 0 1 C
H 0 2 K	7/06	H 0 2 K	7/06 A
審査請求 未請求 請求項の数9		OL	(全10頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-88785

(22)出願日 平成11年3月30日(1999.3.30)

(31)優先権主張番号 特願平10-101314

(32)優先日 平成10年4月13日(1998.4.13)

(33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都港区芝浦一丁目2番1号

(71)出願人 393027383

日立金属機工株式会社

群馬県多野郡吉井町多比良2977番地

(72)発明者 武富 正喜

群馬県多野郡吉井町多比良2977番地 日立

金属機工株式会社内

(72)発明者 宗像 浩昭

群馬県多野郡吉井町多比良2977番地 日立

金属機工株式会社内

(74)代理人 100080001

弁理士 筒井 大和 (外2名)

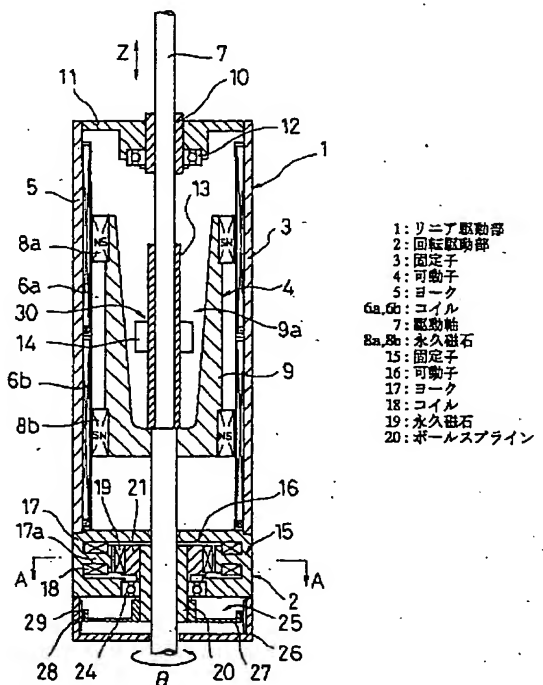
(54)【発明の名称】リニア駆動アクチュエータ

(57)【要約】

【課題】 小型の回転駆動可能なリニア駆動アクチュエータを提供する。

【解決手段】 回転駆動可能なリニア駆動アクチュエータであって、リニア駆動部1と回転駆動部2とから構成される。リニア駆動部1は、ヨーク5とコイル6a、6bとを備えた固定子3と、駆動軸7と永久磁石8a、8bとを備えた可動子4を有する。回転駆動部2は、ヨーク17とコイル18とを備えた固定子15と、駆動軸7と一体となって回転するボールスプライン20と永久磁石19とを備えた可動子16を有する。駆動軸7は、ボールスプライン20によって軸方向に移動自在でありながら可動子16と一体となって回転する。そして、コイル6a、6bを励磁すると駆動軸7は軸方向に駆動され、コイル18を励磁すると駆動軸7は回転駆動される。

図 1



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁性体により形成された第1ヨークと前記第1ヨーク内に配設された円筒状の第1コイルとを備えた固定子と、前記第1ヨークに対し軸方向に移動自在かつ回転自在に設けられた駆動軸と前記駆動軸に取り付けられ前記第1ヨーク内において前記第1コイルと相対的に移動可能に配設された第1永久磁石とを備えた可動子を有してなり、前記第1コイルを励磁することにより前記第1永久磁石を前記駆動軸の軸方向に沿って移動させて前記駆動軸を軸方向に駆動するリニア駆動部と、磁性体により形成された第2ヨークと前記第2ヨーク内に配設された第2コイルとを備えた固定子と、前記駆動軸に取り付けられ前記駆動軸を軸方向に移動自在に支持しつつ前記駆動軸と一体となって回転するボールスプラインと前記ボールスプラインに取り付けられた第2永久磁石とを備えた可動子を有してなり、前記第2コイルを励磁することにより前記第2永久磁石を前記駆動軸を中心として回転させて前記駆動軸を回転駆動する回転駆動部とを有することを特徴とするリニア駆動アクチュエータ。

【請求項2】 請求項1記載のリニア駆動アクチュエータにおいて、前記駆動軸に、軸方向に沿って異なる磁極を交互に着磁した磁気スケールを取り付け、前記磁気スケールに対向して配設した磁気検出ヘッドにより前記磁気スケールの通過に伴う磁極変化を検知して前記駆動軸の軸方向の移動距離を検出することを特徴とするリニア駆動アクチュエータ。

【請求項3】 請求項1または2記載のリニア駆動アクチュエータにおいて、前記駆動軸に、円周方向に沿って異なる磁極を交互に着磁した磁気スケールを取り付け、前記磁気スケールに対向して配設した磁気検出ヘッドにより前記磁気スケールの通過に伴う磁極変化を検知して前記駆動軸の回転角度を検出することを特徴とするリニア駆動アクチュエータ。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1項に記載のリニア駆動アクチュエータにおいて、前記駆動軸は、前記駆動軸を軸方向に移動自在に支持しつつ前記駆動軸と一体となって回転するボールスプラインと、前記ボールスプラインを回転自在に支持する軸受によって前記第1ヨークに支持されることを特徴とするリニア駆動アクチュエータ。

【請求項5】 磁性体により形成された第1ヨークと前記第1ヨーク内に配設された第1コイルとを備えた固定子と、前記第1ヨークに対し軸方向に移動自在かつ回転自在に設けられた駆動軸と前記駆動軸に取り付けられ前記第1ヨーク内において前記第1コイルと相対的に移動可能に配設された第1永久磁石とを備えた可動子を有してなり、前記第1コイルを励磁することにより前記第1永久磁石を前記駆動軸の軸方向に沿って移動させて前記駆動軸を軸方向に駆動するリニア駆動部と、

磁性体により形成された第2ヨークと前記第2ヨーク内に配設された第2コイルとを備えた固定子と、前記駆動軸に取り付けられ前記駆動軸を軸方向に移動自在に支持しつつ前記駆動軸と一体となって回転するボールスプラインと前記ボールスプラインに取り付けられた第2永久磁石とを備えた可動子を有してなり、前記第2コイルを励磁することにより前記第2永久磁石を前記駆動軸を中心として回転させて前記駆動軸を回転駆動する回転駆動部とを有することを特徴とするリニア駆動アクチュエータ。

【請求項6】 請求項5記載のリニア駆動アクチュエータにおいて、前記第1コイルは、中央に空隙部が形成されたリング状の第1コイル体と、前記空隙部に収容可能な凹部が形成された第2コイル体とを備え、前記第1コイル体の前記空隙部内に前記第2コイル体の前記凹部を収容させることにより前記第1コイル体上に前記第2コイル体を重畳してなることを特徴とするリニア駆動アクチュエータ。

【請求項7】 請求項6または7記載のリニア駆動アクチュエータにおいて、前記可動子は、前記駆動軸に対し回転自在に設けられ前記第1永久磁石を保持するマグネットホルダを備え、前記マグネットホルダに、軸方向に沿って異なる磁極を交互に着磁した磁気スケールを取り付け、前記磁気スケールに対向して配設した磁気検出ヘッドにより前記磁気スケールの通過に伴う磁極変化を検知して前記駆動軸の軸方向の移動距離を検出することを特徴とするリニア駆動アクチュエータ。

【請求項8】 請求項5～7のいずれか1項に記載のリニア駆動アクチュエータにおいて、前記駆動軸に、円周方向に沿って異なる磁極を交互に着磁した磁気スケールを取り付け、前記磁気スケールに対向して配設した磁気検出ヘッドにより前記磁気スケールの通過に伴う磁極変化を検知して前記駆動軸の回転角度を検出することを特徴とするリニア駆動アクチュエータ。

【請求項9】 請求項5～8のいずれか1項に記載のリニア駆動アクチュエータにおいて、前記駆動軸は、前記駆動軸を軸方向に移動自在かつ回転自在に支持する軸受部材によって前記第1ヨークに支持されることを特徴とするリニア駆動アクチュエータ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、駆動源としてリニアモータを用いたリニア駆動アクチュエータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、電動モータの一種として、永久磁石と電機子コイル（多相コイル）とを相対的に直線移動可能に形成したリニアモータが知られている。そして、このリニアモータを駆動源として、軸方向に直線的な動作を行うリニア駆動アクチュエータが、プリント基

板実装装置や半導体製造装置等の各種装置に広く用いられている。ところが、このようなリニア駆動アクチュエータをプリント基板実装装置のロボットハンドなどに取り付け、電子部品等をピック・アンド・ブレースする場合、ロボットハンドを回転移動させると部品の方向もまた変化する。このため、部品方向を維持したままロボットハンドを回転移動させるには部品自体の方向を転換する構成が必要となる。

【0003】そこで、前述のような直線的動きに加えて回転方向の動きをも為し得るようにしたリニア駆動アクチュエータも開発されている。図11は、従来の回転駆動可能なリニア駆動アクチュエータの構成を示す説明図である。図11に示したように、従来の回転駆動可能なリニア駆動アクチュエータは、駆動軸51に永久磁石52a, 52bを取り付け、これをヨーク53に取り付けたコイル54を励磁することによって矢印A方向に作動させるリニアモータ55を基本構成としている。そして、このリニアモータ55のヨーク53を、ベルトやギア等を介して図示しない駆動手段によって回転させる。これにより、駆動軸51は矢印A方向の直線的動作に加え、矢印B方向の回転動作をも行うことができるようになっている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来のリニア駆動アクチュエータでは、回転駆動系の構成をリニアモータ55とは別に設ける必要があるため、装置構成が大がかりとなり、それをういた装置体格もまた大きくなるという問題があった。

【0005】本発明の目的は、回転駆動系を一体に組み込んだ小型の回転駆動可能なリニア駆動アクチュエータを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明のリニアモータは、磁性体により形成された第1ヨークと第1ヨーク内に配設された円筒状の第1コイルとを備えた固定子と、第1ヨークに対し軸方向に移動自在かつ回転自在に設けられた駆動軸と駆動軸に取り付けられ第1ヨーク内において第1コイルと相対的に移動可能に配設された第1永久磁石とを備えた可動子を有してなり、第1コイルを励磁することにより第1永久磁石を駆動軸の軸方向に沿って移動させて駆動軸を軸方向に駆動するリニア駆動部と、磁性体により形成された第2ヨークと第2ヨーク内に配設された第2コイルとを備えた固定子と、駆動軸に取り付けられ駆動軸を軸方向に移動自在に支持しつつ駆動軸と一体となって回転するボールスプラインとボールスプラインに取り付けられた第2永久磁石とを備えた可動子を有してなり、第2コイルを励磁することにより第2永久磁石を駆動軸を中心として回転させて駆動軸を回転駆動する回転駆動部とを有することを特徴としている。

【0007】そしてこれにより、当該アクチュエータとは別の回転機構を設けることなく、駆動軸を直線方向と回転方向の両方に駆動させることができる。従って、当該アクチュエータ1個のみで直線方向と回転方向の動きを実現することができ、装置構成の簡略化、小型化が図れる。

【0008】この場合、前記駆動軸に、軸方向に沿って異なる磁極を交互に着磁した磁気スケールを取り付け、磁気スケールに対向して配設した磁気検出ヘッドにより磁気スケールの通過に伴う磁極変化を検知して駆動軸の軸方向の移動距離を検出するようにしても良い。これにより、駆動軸の移動距離を正確に把握することができ、軸方向の移動距離を高精度で制御することが可能となる。

【0009】また、前記駆動軸に、円周方向に沿って異なる磁極を交互に着磁した磁気スケールを取り付け、磁気スケールに対向して配設した磁気検出ヘッドにより磁気スケールの通過に伴う磁極変化を検知して駆動軸の回転角度を検出するようにしても良い。これにより、駆動軸の回転角度を正確に把握することができ、駆動軸の回転を高精度で制御することが可能となる。

【0010】さらに、前記駆動軸を、駆動軸を軸方向に移動自在に支持しつつ駆動軸と一体となって回転するボールスプラインと、ボールスプラインを回転自在に支持する軸受によって第1ヨークに支持するようにもできる。

【0011】一方、本発明のリニアモータは、磁性体により形成された第1ヨークと第1ヨーク内に配設された第1コイルとを備えた固定子と、第1ヨークに対し軸方向に移動自在かつ回転自在に設けられた駆動軸と駆動軸に取り付けられ第1ヨーク内において第1コイルと相対的に移動可能に配設された第1永久磁石とを備えた可動子を有してなり、第1コイルを励磁することにより第1永久磁石を駆動軸の軸方向に沿って移動させて駆動軸を軸方向に駆動するリニア駆動部と、磁性体により形成された第2ヨークと第2ヨーク内に配設された第2コイルとを備えた固定子と、駆動軸に取り付けられ駆動軸を軸方向に移動自在に支持しつつ駆動軸と一体となって回転するボールスプラインとボールスプラインに取り付けられた第2永久磁石とを備えた可動子を有してなり、第2コイルを励磁することにより第2永久磁石を駆動軸を中心として回転させて駆動軸を回転駆動する回転駆動部とを有することを特徴としている。

【0012】この場合、前記第1コイルが、中央に空隙部が形成されたリング状の第1コイル体と、空隙部に収容可能な凹部が形成された第2コイル体とを備え、第1コイル体の空隙部内に第2コイル体の凹部を収容させることにより第1コイル体上に第2コイル体を重畳、すなわち重ね合わせるように置いても良い。これにより、コイル体を隙間なく並べることができ、可動子の位置や駆

動力、駆動速度などをより精密に制御することが可能となる。

【0013】また、前記可動子が、駆動軸に対し回転自在に設けられ第1永久磁石を保持するマグネットホルダを備え、このマグネットホルダに、軸方向に沿って異なる磁極を交互に着磁した磁気スケールを取り付け、磁気スケールに対向して配設した磁気検出ヘッドにより磁気スケールの通過に伴う磁極変化を検知して駆動軸の軸方向の移動距離を検出するようにしても良い。

【0014】さらに、前記駆動軸に、円周方向に沿って異なる磁極を交互に着磁した磁気スケールを取り付け、磁気スケールに対向して配設した磁気検出ヘッドにより磁気スケールの通過に伴う磁極変化を検知して駆動軸の回転角度を検出するようにしても良い。

【0015】加えて、前記駆動軸を、駆動軸を軸方向に移動自在かつ回転自在に支持する軸受部材によって第1ヨークに支持するようにしても良い。

【0016】なお、ここで言う回転とは正逆両方向の円運動を示しており、一方のみの円運動を意味するものではない。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基いて詳細に説明する。

【0018】（実施の形態1）図1は本発明の実施の形態1である回転駆動可能なリニア駆動アクチュエータ（以下、アクチュエータと略す）の構成を示す説明図である。本発明によるアクチュエータは、リニアモータと回転駆動モータを一体化した構成となっており、直線駆動（Z方向）と回転駆動（ $\theta$ 方向）の両方を行い得るZ- $\theta$ 軸リニアモータの形になっている。そして、その構成は図1に示したように、大きくリニア駆動部1と回転駆動部2の2つの部分に分けられる。

【0019】リニア駆動部1は、固定子3と可動子4からなる可動磁石型のリニアモータとなっている。ここで固定子3は、磁性材料によって形成された円筒形状のヨーク（第1ヨーク）5と、ヨーク5の内面側に固定された円筒形状の電機子コイル（第1コイル）6a、6bとから構成されている。本実施の形態のアクチュエータでは、電機子コイル（以下、コイルと略す）が2つ設けられており、両コイル6a、6bには、図1に示したように互いに逆方向の磁界が発生するように電流が供給される。

【0020】可動子4は、駆動軸7と永久磁石（第1永久磁石）8a、8bとから構成されており、永久磁石8a、8bは、磁性材料からなるマグネットホルダ9によって駆動軸7に取り付けられている。ここで駆動軸7はボールスプライン10に挿通されており、ボールスプライン10は、ヨーク5の上端開口部に取り付けられたヨークカバー11に軸受12によって回転自在に支持されている。また、永久磁石8a、8bは、コイル6aと6

bの磁界が逆となることに対応して、極性が反対となるように取り付けられている。従って、コイル6a、6bを励磁すると、永久磁石8a、8bに同方向に推力が作用し、駆動軸7が図1の矢印Z方向に直線的に移動する。なお、駆動軸7のストロークはコイル長から永久磁石長を減じた長さとなり、求められる仕様に応じて適宜設定される。

【0021】ボールスプライン10は、後述するボールスプライン20と同様の構成になっており、その内部には、整列循環運動する負荷ボールが多数保持されている。そして、この負荷ボールと駆動軸7に形成されたボール溝（図3参照）の働きにより、ボールスプライン10は駆動軸7を軸方向に移動自在に支持しつつ駆動軸7と一体となって回転する。すなわち、駆動軸7はこのボールスプライン10と軸受12により、ヨーク5に対し軸方向に移動自在かつ回転自在に支持されることになる。従って、駆動軸7は、コイル6a、6bへの電流供給方向を適宜変化させることにより、ヨーク5に支持された状態で図1において上下方向に自在に駆動される。

【0022】リニア駆動部1にはさらに、駆動軸7の移動距離を検出する移動距離検出部30が設けられている。この移動距離検出部30は、駆動軸7に取り付けられた円筒形状の磁気スケール13と、磁気スケール13と対向して設置された磁気検出ヘッド14とから構成されている。図2は、そのうちの磁気スケール13の構成を示す説明図である。図2に示したように、磁気スケール13には軸方向に沿って異なる磁極が70 $\mu$ mピッチで交互に着磁されている。そして、マグネットホルダ9の空洞部9a内にて駆動軸7の外周に嵌め込まれて固定され、駆動軸7と共に移動する。なお、図2は理解を容易にするために磁極ピッチを拡大して示している。

【0023】また、磁気検出ヘッド14は、磁気スケール13の外周との間に若干の間隙を開けて、磁気スケール13の磁極に対向するように配設される。この磁気検出ヘッド14は、磁極の変化を捉えそれをパルス信号として出力するものであり、磁気スケール13の移動に伴って磁極が変化するとこの変化がパルス信号となって出力される。従って、駆動軸7の移動量をパルス累積数として把握することができ、この場合ではそれを70 $\mu$ mピッチで検出できることになる。なお、磁気検出ヘッド14は、図示しない構成によってヨークカバー11に取り付けられる。

【0024】次に、回転駆動部2は、固定子15と可動子16からなるブラシレスモータとなっている。図3は、この回転駆動部2の構成を示す説明図であり、図1におけるA-A線に沿った断面の構造を示している。ここで固定子15は、円筒形状のヨーク（第2ヨーク）17と電機子コイル（第2コイル、以下、コイルと略す）18とから構成されている。ヨーク17は、磁性材料によって形成されており、リニア駆動部1のヨーク5の下

部に嵌合固定されている。また、ヨーク17の内面側には磁極片17aが突出形成されており、そこに巻き付けられた導線がコイル18を構成する。

【0025】可動子16は、駆動軸7と複数の永久磁石(第2永久磁石)19とから構成されている。この場合、永久磁石19は、磁性材料からなるマグネットホルダ21の外周に円周方向に等間隔で取り付けられている。一方、駆動軸7は、ボールスプライン20に挿通されており、その外周にはマグネットホルダ21が固着されている。すなわち、永久磁石19は、マグネットホルダ21を介してボールスプライン20に取り付けられている形となる。なお、ボールスプライン20は、ヨーク17の下部に取り付けられた軸受24によって回転自在に支持されている。

【0026】ここで、ボールスプライン20には、その内部を整列循環運動する負荷ボール22が多数保持されている。また、駆動軸7の外周には、軸方向に沿ってボール溝23が形成されており、このボール溝内を負荷ボールが転動する。これによりボールスプライン20は、駆動軸7を軸方向に移動自在に保持しつつ駆動軸7と一体となって回転することが可能となる。すなわち、駆動軸7は、このボールスプライン20と軸受24により、ヨーク17に対し軸方向に移動自在かつ回転自在に支持されることになる。従って、コイル18を励磁すると永久磁石19に回転方向の力が作用し、駆動軸7はマグネットホルダ21やボールスプライン20と共に図1の矢印θ方向に回転する。

【0027】なお、ブラシレスモータたる回転駆動部2には、ホール素子等を用いた図示しない可動子位置検出手段が設けられており、その検出信号によって適宜コイル18の磁界を切り換えて可動子4を回転させるようにしている。

【0028】このように本発明によるアクチュエータでは、ボールスプライン20を用いることにより、アクチュエータにリニア駆動部1と共に回転駆動部2をも内蔵させている。このため、当該アクチュエータとは別の回転機構を設けることなく、駆動軸7を直線駆動(Z方向)と回転駆動(θ方向)の両方を行い得る構成となっている。従って、回転方向への移動を伴うロボットハンドで電子部品等をピック・アンド・プレースする場合などに当該アクチュエータを用いれば、アクチュエータ1個のみで所望の動作を実現することができ、装置構成を簡略化、小型化することが可能となる。

【0029】なお、当該アクチュエータでは、可動子4、16に永久磁石を配しており可動子側へ電力供給を行う必要がない構成となっている。従って、ブラシ等の給電機構が必要なく装置構成が簡略化されている。

【0030】回転駆動部2にはさらに、駆動軸7の回転角度を検出する回転角度検出部25が設けられている。この回転角度検出部25は、ヨーク17の下側に取り付

けられた下部カバー26内に配設されており、駆動軸7に固着されたロータ27と、このロータ27の外周に取り付けられた磁気スケール28と、磁気スケール28と対向して設置された磁気検出ヘッド29とから構成されている。

【0031】この場合、磁気スケール28には、円周方向に沿って異なる磁極が交互に着磁されている。また、磁気検出ヘッド29は、磁気スケール28との間に若干の間隙を開けて、磁気スケール28の磁極に対向するように下部カバー26の内周に配設される。この磁気検出ヘッド29も前述の磁気検出ヘッド14と同様、磁極の変化を捉えそれをパルス信号として出力するものであり、磁気スケール28の回転移動に伴って磁極が変化するとこの変化がパルス信号となって出力される。従って、駆動軸7の回転量をパルス累積数として把握することができ、この場合は、50万パルス/revの分解能で駆動軸7の回転角度を検出できるようになっている。

【0032】(実施の形態2)次に、本発明の実施の形態2であるアクチュエータについて説明する。図4、5はその構成を示す断面図であり、図5は図4のA-A線に沿った断面を示している。また、図6は図4のB-B線に沿った断面図、図7は図4のC-C線に沿った断面図である。なお、実施の形態1と同様の部材については同一の符号を付しその詳細は省略する。

【0033】図4、5のアクチュエータも、図1のアクチュエータと同様、Z-θ軸リニアモータの形になっている。また、その構成も大きくリニア駆動部1と回転駆動部2の2つの部分に分けられる。

【0034】この場合、リニア駆動部1も前述同様、固定子3と可動子4からなる可動磁石型のリニアモータとなっている。但し、本実施の形態では図1のものと異なり、固定子3が磁性材料によって形成された角筒形状のヨーク(第1ヨーク)31と、ヨーク31の内面側に固定されたドーナツ形の複数の電機子コイル(第1コイル)32とから構成されている。当該アクチュエータでは、このヨーク31がヨーク本体33と側壁34とから構成されており、さらに、ヨーク31が回転駆動部2のヨーク(第2ヨーク)35の一部をも兼ねた構成となっている。

【0035】ヨーク本体33は、上面部33aと、2組の側面部33b、33cと、底面部33dとからなり、図4、6、7に示したように側面部33cには側壁34が嵌め込まれている。一方、側面部33bには各々、コイル32が複数連設されており、隣接するコイル32の間で異なる位相の磁界が発生するように電流が供給される。

【0036】ここで、当該アクチュエータでは、このコイル32が図1のものと異なり、多数隙間なく並べられている。図8はコイル32の連設状態を示す説明図であり、(a)は組み付け前、(b)は組み付け後の状態を



示している。なお、図8ではその一部のみを記載しており、実際にはこれが多数連なった形となっている。

【0037】図8に示したように、当該コイル32は、リング状の下コイル（第1コイル体）40と、中央が窪んだ形で屈曲したリング状の上コイル（第2コイル体）41の組み合わせにより形成される。この場合、上コイル41の中央には、肩部41aを両端側に残して凹部41bが形成されている。また、下コイル40には、その中央に空孔部（空隙部）40aが設けられており、その周囲を本体部40bが取り囲む形となっている。そして、この孔部40aに上コイル41の凹部41bを嵌め込み、本体部40b上に肩部41aを載せるようにして両者を組み付け、図8（b）のような一体のコイル32を形成する。なお、空孔部40aは必ずしも貫通孔である必要はなく、凹部41bが収容できる深さがあれば底があるものでも良い。

【0038】このように、コイル32を上コイル41と下コイル40を重ね合わせて形成すると、図5に示したようにコイル32を隙間なく並べることが可能となる。従って、当該アクチュエータでは、可動子4の位置や駆動力、駆動速度などをより精密に制御でき、例えば、搬送したワークを若干の力で押さえ付けるといったようなきめ細かな動作を行わせることが可能となる。また、コイル32をスペース効率よく配設できるため、小型で高出力、高性能なアクチュエータを提供することが可能となる。

【0039】可動子4は、駆動軸7と複数の永久磁石（第1永久磁石）8とから構成されており、永久磁石8は、磁性材料からなるマグネットホルダ9によって駆動軸7に取り付けられている。この場合、マグネットホルダ9の上下端部にはそれぞれ蓋部材37が嵌合固定されており、蓋部材37にはさらにベアリング36が取り付けられている。このベアリング36には駆動軸7が回転自在かつ軸方向に規制された状態で挿通されている。すなわち、マグネットホルダ9と駆動軸7の間は、このベアリング36によって相互に回転自在となっており、かつマグネットホルダ9は駆動軸7と共に移動するようになっている。従って、コイル32を励磁すると永久磁石8に推力が作用し、駆動軸7が図4の矢印Z方向に直線的に移動する。

【0040】また、駆動軸7は、当該実施の形態ではリニアブッシュ（軸受部材）48に挿通されている。このリニアブッシュ48はヨーク31の側壁34に取り付けられた支持部材38によって軸方向に移動自在かつ回転自在に支持されている。このリニアブッシュ10は、その内部に配設された保持器によって、整列循環運動する負荷ボールを多数保持した構成となっている。この場合、前述のボールスプラインとは異なり、駆動軸7側にはボール溝は形成されておらず、負荷ボールの転動より駆動軸7を軸方向に移動自在かつ回転自在に支持するよ

うになっている。

【0041】リニア駆動部1にはさらに、駆動軸7の移動距離を検出する移動距離検出部30が設けられている。この移動距離検出部30は、駆動軸7に取り付けられた角柱形状の磁気スケール39と、磁気スケール39と対向して設置された磁気検出ヘッド42とから構成されている。磁気スケール39には軸方向に沿って異なる磁極が例えば70 $\mu$ mピッチで交互に着磁されており、マグネットホルダ9のスケール取付溝9b内に嵌め込まれて固定され、駆動軸7と共に移動する。また、磁気検出ヘッド42は、磁気スケール39の磁極に対向するように側壁34の内側面に配設される。そして、この磁気検出ヘッド42により磁気スケール39の磁極の変化を捉え、駆動軸7の移動量をパルス累積数として把握する。

【0042】次に、回転駆動部2は、固定子15と可動子16からなるブラシレスモータとなっている。ここで、固定子15は、ヨーク35とコイル（第2コイル）43とから構成され、リニア駆動部1と隔壁44によって隔てられている。図9は、コイル43の構成を示す説明図であり、コイル43は6個のコイル体43aを放射状に平面配置した構成となっている。また、ヨーク35は、磁性材料によって形成され、ヨーク本体33の側面部33bの延在部分と底面部33d、および側壁34の下部に配設される軸受ブロック45とから構成される。

【0043】可動子16は、駆動軸7と複数（例えば8個）の永久磁石（第2永久磁石）19とから構成されている。この場合、永久磁石19は、磁性材料からなるマグネットホルダ21の外周に円周方向に等間隔で取り付けられている。一方、駆動軸7は、ボールスプライン20に挿通されおり、その外周にはマグネットホルダ21が固着されている。すなわち、永久磁石19は、マグネットホルダ21を介してボールスプライン20に取り付けられている形となる。さらに、ボールスプライン20は、ヨーク本体33の下部に取り付けられた軸受ブロック45に回転自在に支持されている。このため駆動軸7は、ボールスプライン20と軸受ブロック45により、ヨーク本体33に対し軸方向に移動自在かつ回転自在に支持されることになる。従って、コイル18を励磁すると永久磁石19に回転方向の力が作用し、駆動軸7はマグネットホルダ21やボールスプライン20と共に図4の矢印 $\theta$ 方向に回転する。

【0044】このように実施の形態2のアクチュエータにおいても、アクチュエータにリニア駆動部1と回転駆動部2を内蔵させ、駆動軸7を直線駆動（Z方向）と回転駆動（ $\theta$ 方向）の両方を行い得るようになっている。なお、当該アクチュエータにも、駆動軸7の回転角度を検出する回転角度検出部25が設けられている。そこでは、実施の形態1と同様に、駆動軸7に固着されたロータ27の円周に図示しない磁気スケールを配置し、その



磁極変化を図示しない磁気検出ヘッドにて捉え駆動軸7の回転角度を検出している。

【0045】(実施の形態3)さらに、実施の形態3として放熱性を高めたアクチュエータを示す。図10は、実施の形態3であるアクチュエータの外観を示す斜視図である。

【0046】本実施の形態のアクチュエータは、実施の形態2のアクチュエータにおいて、そのヨーク31の外周側に放熱部46を設けたものである。この放熱部46にはひれ状の放熱フィン47が多数形成されており、ヨーク31の放熱面積の拡大が図られている。従って、コイル32にて発生する熱は、この放熱フィン47を介してヨーク31から速やかに放熱され、その放熱効率を向上させることが可能となっている。なお、この放熱フィン47を実施の形態1のアクチュエータに取り付けることも勿論可能である。

【0047】本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

【0048】たとえば、磁気スケール13、39の磁極ピッチ70 $\mu$ mや磁気スケール28の50万パルス/r e vの分解能はあくまでも一例であり前述の例には限られない。また、装置寸法も一例であり、求められる仕様に基づき適宜変更可能である。リニア駆動部1のコイル数も適宜変更可能であり、電機子コイル1個と永久磁石1個とでリニア駆動部1を構成しても良く、また推力向上のため3個以上としても良い。

【0049】

【発明の効果】本発明によるアクチュエータは、ボールスプラインを用いてリニア駆動部と回転駆動部を一体に構成したことにより、当該アクチュエータとは別の回転機構を設けることなく、駆動軸を直線方向と回転方向の両方に駆動させることができる。従って、半導体製造装置等において、当該アクチュエータ1個のみで所望の動作を実現することができ、装置構成を簡略化、小型化することが可能となる。

【0050】また、リニア駆動部のコイルを、中央に空孔部が形成されたリング状の下コイルと、この空孔部に収容可能な凹部が形成された上コイルとから構成し、空孔部内に凹部を収容してコイルを形成するようにしたことにより、下コイル上に上コイルを重ね合わせてコイルを形成でき、コイルを隙間なく並べることが可能となる。従って、当該アクチュエータでは、可動子の位置や駆動力、駆動速度などをより精密に制御でき、例えば、搬送したワークを若干の力で押さえ付けるといったようなきめ細かな動作を行わせることが可能となる。また、コイルをスペース効率よく配設できるため、小型で高出力、高性能なアクチュエータを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1である回転駆動可能なりニア駆動アクチュエータの構成を示す説明図である。

【図2】図1のリニア駆動アクチュエータにて使用される磁気スケールの構成を示す説明図である。

【図3】図1のリニア駆動アクチュエータの回転駆動部の構成を示す説明図であり、図1におけるA-A線に沿った断面の構造を示している。

【図4】本発明の実施の形態2である回転駆動可能なりニア駆動アクチュエータの構成を示す説明図である。

【図5】図4のA-A線に沿った断面図である。

【図6】図4のB-B線に沿った断面図である。

【図7】図4のC-C線に沿った断面図である。

【図8】図4のアクチュエータのリニア駆動部に配設されるコイルの連結状態を示す説明図であり、(a)は組み付け前、(b)は組み付け後の状態を示している。

【図9】図4のアクチュエータの回転駆動部に配設されるコイルの構成を示す説明図である。

【図10】実施の形態3であるアクチュエータの外観を示す斜視図である。

【図11】従来の回転駆動可能なりニア駆動アクチュエータの構成を示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 リニア駆動部
- 2 回転駆動部
- 3 固定子
- 4 可動子
- 5 ヨーク(第1ヨーク)
- 6a 電機子コイル(第1コイル)
- 6b 電機子コイル(第1コイル)
- 7 駆動軸
- 8 永久磁石(第1永久磁石)
- 8a 永久磁石(第1永久磁石)
- 8b 永久磁石(第1永久磁石)
- 9 マグネットホルダ
- 9a 空洞部
- 9b スケール取付溝
- 10 ボールスプライン
- 11 ヨークカバー
- 12 軸受
- 13 磁気スケール
- 14 磁気検出ヘッド
- 15 固定子
- 16 可動子
- 17 ヨーク(第2ヨーク)
- 17a 磁極片
- 18 電機子コイル(第2コイル)
- 19 永久磁石(第2永久磁石)
- 20 ボールスプライン
- 21 マグネットホルダ
- 22 負荷ボール

13

14

- 23 ボール溝
- 24 軸受
- 25 回転角度検出部
- 26 下部カバー
- 27 ロータ
- 28 磁気スケール
- 29 磁気検出ヘッド
- 30 移動距離検出部
- 31 ヨーク (第1ヨーク)
- 32 電機子コイル (第1コイル)
- 33 ヨーク本体
- 33a 上面部
- 33b 側面部
- 33c 側面部
- 33d 底面部
- 34 側壁
- 35 ヨーク (第2ヨーク)
- 36 ベアリング
- 37 蓋部材
- 38 支持部材
- 39 磁気スケール

- 40 下コイル (第1コイル体)
- 40a 空孔部 (空隙部)
- 40b 本体部
- 41 上コイル (第2コイル体)
- 41a 肩部
- 41b 凹部
- 42 磁気検出ヘッド
- 43 電機子コイル (第2コイル)
- 43a コイル体
- 10 44 隔壁
- 45 軸受ブロック
- 46 放熱部
- 47 放熱フィン
- 48 リニアブッシュ (軸受部材)
- 51 駆動軸
- 52a 永久磁石
- 52b 永久磁石
- 53 ヨーク
- 54 コイル
- 20 55 リニアモータ

【図1】

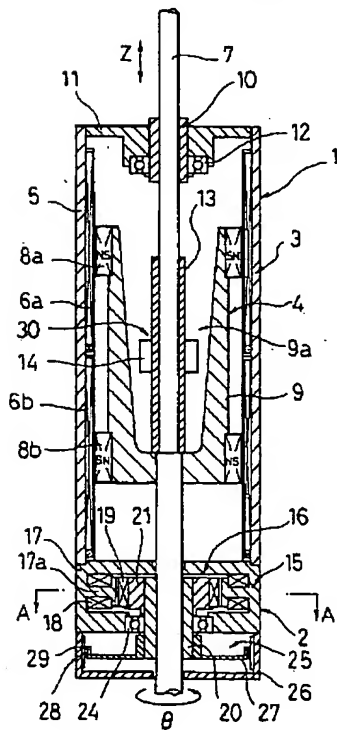
【図2】

【図3】

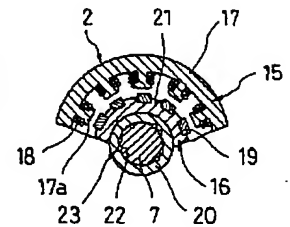
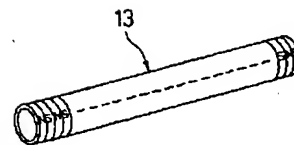
図 1

図 2

図 3



- 1: リニア駆動部
- 2: 回転駆動部
- 3: 固定子
- 4: 可動子
- 5: ヨーク
- 6a, 6b: コイル
- 7: 駆動軸
- 8a, 8b: 永久磁石
- 15: 固定子
- 16: 可動子
- 17: ヨーク
- 18: コイル
- 19: 永久磁石
- 20: ボールスプライン

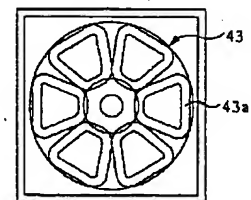
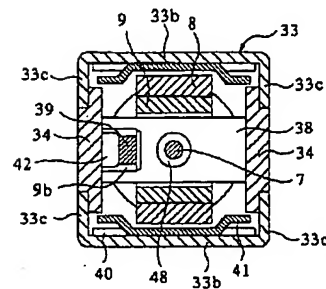


【図6】

【図9】

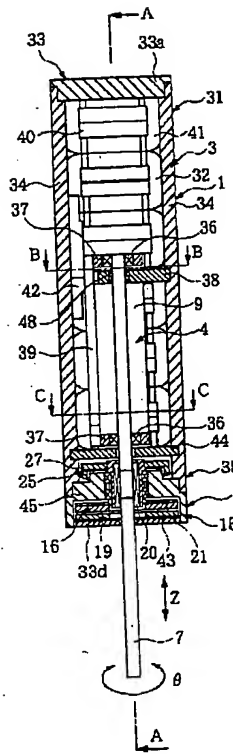
図 6

図 9



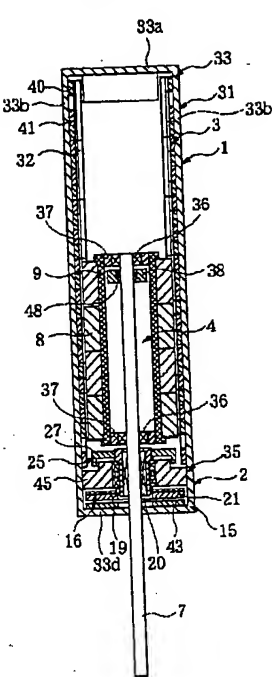
【図4】

図 4



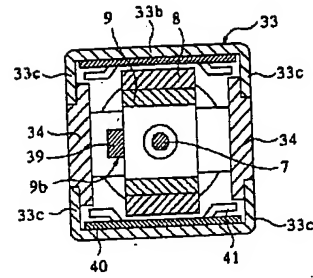
【図5】

図 5



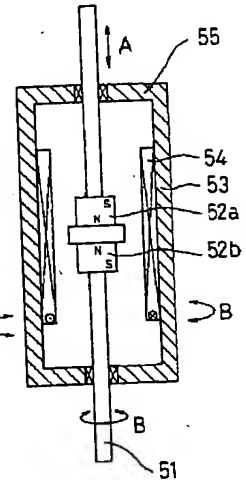
【図7】

図 7



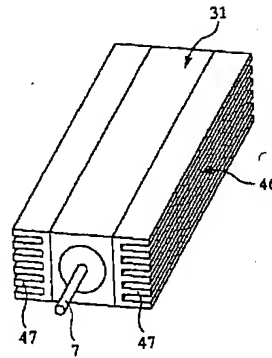
【図11】

図 11



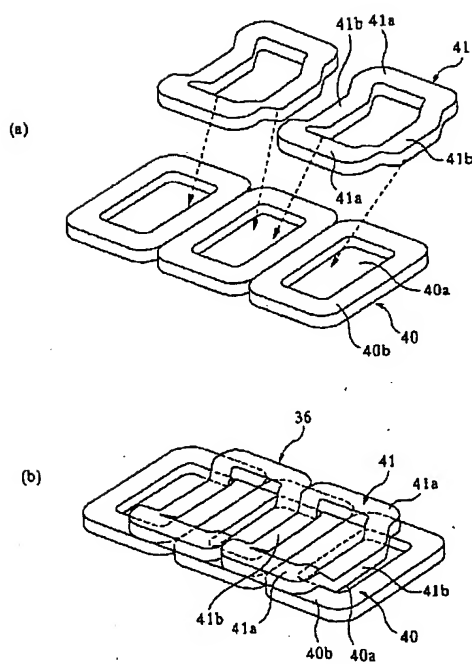
【図10】

図 10



【図8】

図 8



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H02K 21/14

識別記号

FI  
H02K 21/14

テマコード(参考)

M